

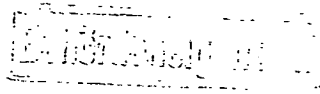
⑤

Int. Cl. 2:

F 02 D 5/02

⑯ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



DT 24 57 461 A1

⑪

# Offenlegungsschrift 24 57 461

⑰

Aktenzeichen: P 24 57 461.6

⑳

Anmeldetag: 5. 12. 74

㉓

Offenlegungstag: 10. 6. 76

㉔

Unionspriorität:

㉔ ㉓ ㉒

⑤④

Bezeichnung:

Vorrichtung zur Bestimmung der Kraftstoffeinspritzmenge bei gemischverdichtenden Brennkraftmaschinen

⑥①

Zusatz zu:

P 24 57 436.5

⑦①

Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart

⑦②

Erfinder:

Schmidt, Peter, Dipl.-Ing., 7141 Schwieberdingen;  
Bianchi, Valerio, Dipl.-Ing. Dr., 7147 Hochdorf;  
Latsch, Reinhard, Dipl.-Ing. Dr., 7143 Vaihingen

DT 24 57 461 A1

BEST AVAILABLE COPY

Dipl. Ing. **Peter Otte**  
Patentanwalt

1120/ot/EO  
28.11.1974

7 STUTTGART 80 (Vaihingen)  
Waldburgstraße 48  
Telefon (0711) 734627

Firma  
Robert Bosch GmbH.  
7000 Stuttgart

---

Vorrichtung zur Bestimmung der Kraftstoffein-  
spritzmenge bei gemischverdichtenden Brennkraft-  
maschinen

---

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Bestimmung der Kraftstoffeinspritzmenge, des Zündwinkels, der Abgasrückführungsrate oder dergleichen bei gemischverdichtenden Brennkraftmaschinen, wobei den Brennräumen der Zylinder über Einspritzventile in Abhängigkeit von der Drosselklappenstellung und der Drehzahl der einzuspritzende Kraftstoff zuführbar ist, wobei eine das charakteristische Kennfeld der Einspritzdauer über der Drehzahl mit der Drosselklappenstellung als Parameter für jede Art einer Brennkraftmaschine in digitaler Kodierung enthaltende Rechenschaltung vorgesehen ist, der die momentanen Drehzahl- oder Drosselklappenwerte in ebenfalls digitaler Kodierung derart zuführbar sind, daß die einen Lesespeicher mit einer vorgegebenen Anzahl von Speicherpunkten enthaltende Rechenschaltung daraus die entsprechende Einspritzdauer ableitet.

Bei gemischverdichtenden Brennkraftmaschinen ist es notwendig, die auf jeden Hub der Brennkraftmaschine entfallende Kraftstoffmenge so an die angesaugte Luftmenge anzupassen, daß der Verbrennungsvorgang weder zu einem Leistungsverlust führt noch mit Kraftstoffüberschuß erfolgt, weil dies zu einer übermäßigen Erzeugung umweltschädlicher Gase und zu hohem Kraftstoffverbrauch führt. Man strebt daher ein stöchiometrisches Verhältnis des den Brennräumen zugeführten Kraft-

609824/0483

stoffluftgemisches an ( $\lambda = 1$ ) oder ein Gemisch, welches Luft im Überschuß enthält und daher mager ist; auf diese Weise gelingt es besonders gut, die schädlichen Abgasanteile bis zu einer gewissen Grenze zu reduzieren und daher auch den stetig ansteigenden Forderungen hinsichtlich einer besseren Reinerhaltung der Luft zu entsprechen. Allein bei Vollastbetrieb (vollständig geöffnete Drosselklappe) müssen im allgemeinen Luftzahlwerte  $\lambda < 1$  zugelassen werden. Um jedoch die Kraftstoffeinspritzdauer einwandfrei festlegen zu können - wenn beispielsweise der Kraftstoff über Einspritzventile den Zylindern oder dem Ansaugrohr zugeführt wird - ist es erforderlich, die angesaugte Luftmenge zu kennen. Hierzu bietet sich einmal die Messung der den Ansaugkanal durchströmenden Luftmenge mit Hilfe einer Stauscheibe an, die entgegen einer Rückstellkraft durch den angesaugten Luftstrom verstellbar ist und zur Veränderung mit ihr gekoppelter und das ermittelte Signal weiterleitender Anordnungen dient. Allerdings ist bei der Messung der angesaugten Luftmenge mittels einer Stauscheibe ein verhältnismäßig hoher Aufwand erforderlich, auch ergibt sich der Nachteil, daß bei dem durch Öffnen der Drosselklappe erfolgenden Gasgeben die Erhöhung des Drehmoments erst mit einer gewissen Verzögerung einsetzt, weil sich die angesaugte Luftmenge erst mit Verzögerung der neuen Drosselklappenstellung anpasst.

Anstelle der Luftmengenmessung ist auch eine Bestimmung der Einspritzdauer ausgehend von den Größen Drehzahl und Saugrohrdruck möglich, wobei mit Hilfe der Kennlinie eines Druckfühlers im Ansaugrohr die Abhängigkeit der Kraftstoffmenge vom Saugrohrdruck für eine bestimmte Drehzahl ermittelt werden kann.

Auch die Saugrohrdruckmessung ist kompliziert, man benötigt wie bei der Stauscheibenmessung zusätzliche Geber und die erwähnte Verzögerung bei der Drehmomenterhöhung

./.

liegt hier gleichfalls vor. Daher ist es erforderlich zur Erzielung eines guten Überganges bei Änderung der Drosselklappenstellung während der Übergangsphase mit Hilfe einer zusätzliche Vorrichtung zur Erzielung einer Übergangsanreicherung einen gewissen Kraftstoffüberschuß zu erzeugen.

Es ist ansich schon bekannt, zur Bestimmung der jeweils den Brennräumen der Zylinder zuzuführenden Kraftstoffmenge, d.h. bei Verwendung von mit Kraftstoff eines vorgegebenen Drucks beaufschlagten Einspritzventile-der Einspritzdauer von den jeweiligen Momentanwerten der Drosselklappenstellung und der Drehzahl auszugehen, denn allein diese beiden Werte sind schon geeignet, die einzuspritzende Kraftstoffmenge eindeutig festzulegen.

Hierzu ist es erforderlich, für jede Art einer in der Weise mit Kraftstoff zu versorgenden Brennkraftmaschine ein sogenanntes Kennfeld aufzustellen, welches die Abhängigkeit der einzuspritzenden Kraftstoffmenge oder der Einspritzdauer  $t_i$  über der Drehzahl zeigt, wobei die Drosselklappenstellungswerte als Parameter dienen. Ein solches Kennfeld ist in der <sup>schematisch</sup> Figur 2 dargestellt, worauf weiter unten noch eingegangen werden muß. Bei mechanischen Einspritzsystemen verwendet man beispielsweise einen Raumnocken, der von der jeweiligen Drehzahl und der Drosselklappenstellung beaufschlagt die einzuspritzende Kraftstoffmenge festlegt. Wie jedoch dem Kennfeld der Figur 2 entnommen werden kann, hängt die einzuspritzende Kraftstoffmenge in einer relativ komplizierten Weise von der Drehzahl und der Drosselklappenstellung ab, so daß es bisher als nicht möglich angesehen worden ist, eine die einzuspritzende Kraftstoffmenge angegebende Funktion mit vertretbarem Aufwand nachzubilden, wenn es sich um eine elektrische bzw. elektronische Einspritzvorrichtung handelt. Da

diese Funktion  $t_1 = f(\alpha, n)$  auf direktem Wege nur schwer zu realisieren ist, wobei  $t_1$  die Einspritzdauer des pro Hub einzuspritzenden Kraftstoff darstellt, der mit vorgegebenem Druck an den Einspritzventilen anliegt und der Kraftstoffmenge  $Q$  daher proportional ist,  $\alpha$  die jeweilige Stellung der Drosselklappe und  $n$  die jeweilige Drehzahl, wird bei einer bekannten Schaltung so vorgegangen, daß zur Erzielung der auf direktem Wege schwer realisierbaren obigen Funktion eine durch ein Tiefpassfilter einer Impulsformerstufe leichter realisierbare Funktion geschaffen und diese in einer nachfolgenden Multiplizierstufe mit einer Funktion multipliziert wird, die von der Drehzahl abhängt. Hierdurch ergibt sich allerdings ein gewisser Aufwand.

Die Erfindung hat sich die Aufgabe gestellt, eine Vorrichtung zur Bestimmung der Kraftstoffeinspritzmenge bei gemischverdichtenden Brennkraftmaschinen anzugeben, die auf elektronischem Wege arbeitet, die einzuspritzende Kraftstoffmenge aus der Drosselklappenstellung und der Drehzahl der jeweiligen Brennkraftmaschine ableitet und in der Lage ist, bei Kenntnis des für jede Art einer Brennkraftmaschine charakteristischen Kennfeldes Werte für die Einspritzdauer anzugeben, wobei sich schließlich bei zusätzlicher Anwendung einer ergänzenden überlagernden Regelung die Einspritzdauer mit hoher Präzision bestimmen läßt.

Zur Lösung dieser Aufgabe geht die Erfindung aus von der eingangs genannten Vorrichtung und besteht erfindungsgemäß darin, daß zur Interpolation die jeweils wichtigeren bits MSB jedes dem Momentanwert der Drosselklappenstellung  $\alpha$  und der Drehzahl  $n$  entsprechenden digitalen Wortes dem Lesespeicher 22 unmittelbar zur Festlegung des Interpolationsintervalls zuführbar sind, während die jeweils weniger wichtigen bits LSB durch Mittelwertbildung interpolierbar sind.

-/-

609824/0483

Eine solche Vorrichtung eignet sich in besonders vorteilhafter Weise auch dazu, in einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung als Teil eines Gesamt-Regelsystems realisiert zu werden, wobei aus dem tatsächlichen Verhalten der so beaufschlagten Brennkraftmaschine, nämlich beispielsweise aus ihrer Laufruhe oder aus ihrer Abgaszusammensetzung <sup>(Luftzahl  $\lambda$ )</sup> Signale in der Weise gewonnen werden, daß sich Rückführsignale darstellen lassen, die dann der Rechenschaltung im richtigen Sinne so zugeführt werden, daß der Motor mit äußerster Präzision in seiner Arbeitsweise geregelt werden kann. Eine solche Möglichkeit der Regelung einer Brennkraftmaschine, bei welcher die jeweilige Einspritzdauer nicht nur lediglich blind nach vorgegebenen Daten gesteuert wird, ist besonders vorteilhaft und beschrieben in einer gleichzeitig eingereichten Anmeldung (meine Akte 1119) der gleichen Anmelderin; insofern stellt die vorliegende Erfindung auch eine besondere Verbesserung des in der erwähnten Anmeldung dargestellten Regelsystems dar. Die vorliegende Anmeldung ist daher eine Zusatzanmeldung zur gleichzeitig eingereichten, soeben erwähnten Hauptanmeldung.

Da das Prinzip der Regelung in dieser Hauptanmeldung ausführlich erläutert ist, braucht im folgenden hierauf nicht mehr genau eingegangen zu werden, es sei lediglich noch darauf hingewiesen, daß sich die erfindungsgemäße Vorrichtung in der Weise mit hoher Präzision regeln läßt, daß die zunächst die Einspritzdauer lediglich steuernde Vorrichtung rückgeführte Signale erhält, die beispielsweise die Laufruhe der Brennkraftmaschine darstellen. Die Laufruhe kann mit Hilfe eines Gebers festgestellt werden, der zur Kurbelwellenumdrehung proportionale Impulse aufgrund des Vorbeilaufs einer Markierung bevorzugt induktiv erzeugt. Dabei macht sich eine Motorunruhe oder Laufunruhe durch eine relative Kurbelwellenverdrehung bei unruhigem Lauf bemerkbar; diese relativen Zeitverschiebungen werden abgetastet und in entsprechende

./.

Laufstufen-Signale umgesetzt. Alternativ ist es auch möglich, aus der Abgaszusammensetzung im Abgaskanal das den Brennräumen seinerzeit zugeführte Kraftstoffluftgemisch in seiner ursprünglichen Mischungszusammensetzung zu bestimmen, d.h. die Luftzahl  $\lambda$  zu ermitteln. Es müssen dann der Rechenschaltung in der Weise aus der Luftzahl  $\lambda$  abgeleitete Signale zugeführt werden, so daß zum Beispiel die Brennkraftmaschine in einem stöchiometrischen Verhältnis, bevorzugt jedoch in Richtung einer Gemischabmagerung betrieben wird ( $\lambda > 1$ ).

Es ist eingangs schon darauf hingewiesen worden, daß der die Einspritzdauer bestimmende Rechner jeweils das der ihm zugeordneten Brennkraftmaschine entsprechende Kennfeld enthalten muß, daher ist gemäß einem Merkmal der Erfindung eine digitale Speicherstruktur vorgesehen. Gemäß einem ausgestalteten Merkmal der Erfindung umfaßt dieser Speicher jedoch nicht jeden denkbaren Punkt im Kennlinienfeld, was einen unververtretbar hohen Aufwand bedeuten würde, sondern es sind lediglich eine vorgegebene Anzahl von gespeicherten Größen vorgesehen, wobei dann zwischen den gespeicherten Werten eine Interpolation durchgeführt wird, wie weiter unten noch genauer erläutert.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist in der Lage, neben der Bestimmung der Einspritzdauer  $t_i$  auch den Zündzeitpunkt  $t_z$  und die Abgasrückführrate AR festzulegen.

Vorteilhaft ist weiterhin, daß bei Zuordnung der Vorrichtung in ein Gesamtregelsystem der Speicheraufwand gering gehalten werden kann, da aufgrund der digitalen Interpolation ohnehin eine größere Genauigkeit erreicht wird und die jeweils zur Verwendung gelangende Einspritzmenge auch nur näherungsweise festgelegt zu werden braucht - was einer eher gröberen Vorsteuerung entspricht - da die Regelung hier präzise -  
rend eingreift. Dabei kann die gleiche noch zu beschreibende

-/-

Rechnerstruktur bei gleichen Eingangsgrößen, Drehzahl und Drosselklappenstellung auch den Zündzeitpunkt und die Abgasrückführrate steuern.

Vorteilhaft ist weiterhin die Verwendung von einfachen Gebern, wobei die Drehzahl durch eine Kurbelwellenmarke mit Hilfe einer Periodendauerausählung bestimmt und die Drosselklappenstellung  $\propto$  durch einen vorzugsweise sofort digital codierenden Drosselklappenschalter ermittelt werden kann.

Verwendet man im Gesamtregelsystem eine Laufruhe- nregelung, dann läßt sich das erforderliche Drehzahl- signal auch aus den ohnehin für die Laufruhe- nregelung erforderlichen Gebern ableiten.

Weitere Ausgestaltung der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche und in diesen niedergelegt.

Im folgenden werden anhand der beige- fügten Zeichnung Aufbau und Wirkungsweise eines Ausführungs- beispiels der Erfindung im einzelnen näher erläutert. Dabei zeigen:

Figur 1 eine schematische Gesamtdarstellung einer Brenn- kraftmaschine mit zugeordneten, auf elektronischer Basis arbeitenden Bauelementen zur Bildung eines Regelkreises,

Figur 2 ein charakteristisches Kennlinienfeld,

Figur 3 in schematischer Blockdarstellung das Schaltbild der Rechenschaltung der Figur 1,

./.



- Figur 4 den möglichen Aufbau einer Rechenschaltung zugeordneten Speichers mit einer Angabe zur Durchführung einer Interpolation zwischen diskreten, gespeicherten Werten des Kennfelds nach Figur 2,
- Figur 5 die Rechenschaltung in detaillierterer Darstellung,
- Figur 6 ein mögliches Ausführungsbeispiel einer Ansteuerschaltung für den Speicher der Figur 4 und
- Figur 7 in schematischer Darstellung eine Vorrichtung zur Erzielung einer verbesserten Periodendauer- auszählung bei der Ermittlung eines der Drehzahl entsprechenden digitalen Signals.

Die Darstellung der Figur 1 ist lediglich zum besseren Verständnis der Erfindung und zu ihrer Einordnung in ein mögliches Gesamtsystem angegeben worden; in Figur 1 ist die erfindungsgemäße Rechenschaltung mit dem Bezugszeichen 1 und der von ihr mit den richtigen Einspritzsteuerbefehlen zu versorgende Motor mit dem Bezugszeichen 2 versehen. Im Ansaugkanal 3 der Brennkraftmaschine ist eine Drosselklappe 5 angeordnet, deren Stellungswerte über eine geeignete Vorrichtung 9 der Rechenschaltung 1 in bevorzugt sofort digital-codierten Werten zugeleitet werden. Die Ausgangssteuersignale der Rechenschaltung 1 gelangen über eine Leitung 4 zu schematisch in den Ansaugverteilerbereichen angeordneten Einspritzventilen; zugeordnet ist der Rechenschaltung 1 ein allgemein mit dem Bezugszeichen 10 bezeichnetes Rückführsystem, welches der Rechenschaltung in geeigneter Weise aufbereitete Signale aus dem Motorver-

halten zuleitet, wie weiter vorne schon erläutert.  
Auf diesen Teil braucht jedoch im folgenden nicht genauer eingegangen zu werden; für eine ausführliche Erläuterung wird auf die weiter vorn schon erwähnte Hauptanmeldung verwiesen.

Die Figur 2 zeigt ein spezifisches Kennfeld, welches in Ordinatendrichtung die Einspritzdauer  $t_i$  pro Hub oder die Kraftstoffeinspritzmenge angibt, und zwar in Abhängigkeit über der Drehzahl  $n$  pro Minute, wobei jeder Kurvenverlauf durch eine bestimmte konstante Drosselklappenstellung vorgegeben ist. Dem Kennfeld kann allgemein entnommen werden, daß bei niedriger Drehzahl für relativ kleine Drosselklappenstellungsänderungen eine relativ große Änderung der eingespritzten Kraftstoffmenge erforderlich ist, während bei relativ hoher Drehzahl große Drosselklappenänderungen erforderlich sind, um der Brennkraftmaschine ausreichenden Kraftstoff zuzuführen.

Gemäß einem Merkmal der Erfindung ist nun dieses, für jede Art einer Brennkraftmaschine charakteristische Kennfeld in einen speziellen Speicher der Rechenschaltung eingegeben, so daß naturgemäß die diesen fertigen Speicher enthaltende Rechenschaltung nur noch geeignet ist, Einspritzsteuerbefehle für diese Art einer Brennkraftmaschine zu erzeugen. Eine Änderung ist durch Austausch des Speichers möglich.

Die Rechenschaltung ist dann in schematischer Darstellung in Figur 3 gezeigt, wobei die schematisch bei 11 angedeutete Drosselklappenstellung über einen Drosselklappenstellungsgeber 12 einer Umwandlungsvorrichtung 13 zugeführt wird, die die Drosselklappenstellung  $\alpha$  in eine Dualzahl umwandelt, und zwar beim Ausführungsbeispiel bevorzugt in ein

./.

5-bit-Wort. Alternativ ist es auch möglich, den Drosselklappenstellungsgeber 12 sofort als digital kodierende Anordnung auszulegen.

Aus der Umwandlungsanordnung gelangt dann das der Drosselklappenstellung  $\alpha$  entsprechende digitale 5-bit-Wort in einen Zwischenspeicher 14.

In ähnlicher Weise erstellt man ein der Drehzahl bzw. der Periodendauer proportionales 5-bit-Wort, wozu beim dargestellten Ausführungsbeispiel ein Induktivgeber 16 vorgesehen ist, an welchem sich eine auf der Kurbelwelle der zugeordneten Brennkraftmaschine zugeordnete Marke 17 vorbeibewegt. Über eine Signalaufbereitungsanordnung 18 gelangen die die Periodendauer angegebenden Signale auf einen Vorwärtzähler 19, in welchem die Periodendauer der Impulsfolge mit konstanter Frequenz  $f_1$  ausgezählt wird; am Ende gelangt dann ein entsprechende 5-bit-Wort in einen Endstandspeicher 21. Das Auszählen von Impuls zu Impuls der Marke 17 mit konstanter Frequenz ergibt die Periodendauer als Zählerstand. Ändert sich die Auszählfrequenz jedoch nach einer Hyperbelfunktion, worauf weiter unten in vorteilhafter Ausgestaltung noch eingegangen wird, so ergibt sich die Drehzahl als Zählerstand. Hier steht sowohl im Zwischenspeicher 14 als auch im Endstandspeicher 21 jeweils ein 5-bit-Wort an, welches der Drosselklappenstellung bzw. der Drehzahl oder der Periodendauer proportional ist. Die Werte der im Zwischenspeicher und im Endstandspeicher stehenden 5-bit-Worte ändern sich dann jeweils bei Änderung der Eingangsgrößen, d.h. mit jeder Kurbelwellenumdrehung ändert sich selbstverständlich auch das der Periodendauer proportionale 5-bit-Wort im Endstandspeicher 21, das gleiche geschieht bei einer Stellungsänderung der Drosselklappe mit dem 5-bit-Wort im Zwischenspeicher 14.

Wie der Darstellung in Figur 3 entnommen werden kann, ist des weiteren ein Lesespeicher 22 vorgesehen, der das in Figur 2 dargestellte Kennfeld in einer speziellen kodierten Speicherung enthält. Um dies genauer zu erläutern, ist

es erforderlich, nunmehr zunächst auf die Darstellung der Figur 4 einzugehen, mit der Erläuterung des Prinzipschaltbilds der Figur 3 wird dann später fortgefahren.

Entsprechend einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist der Lesespeicher 22 so ausgebildet, daß gemäß der Darstellung der Figur 4 das gesamte Kennfeld der Figur 2 in je 7 Intervalle in Y-Richtung und X-Richtung unterteilt ist (diese Richtungen entsprechen jeweils beispielsweise der Drosselklappenstellung  $\alpha$  und der Periodendauer T), so daß in dem Lesespeicher 22  $8 \times 8$  Worte zu bevorzugt 8 bit abgespeichert sind. Die Anzahl der bits der abgespeicherten  $8 \times 8$  Worte ist im Grunde willkürlich und es ist lediglich erforderlich, eine ausreichende Anzahl von bits zur Erzielung einer entsprechenden Genauigkeit vorzugeben. Beim Ausführungsbeispiel ist so vorgegangen, daß, wie erwähnt, die Eingangsgröße 5 bit und der Eingang des Lesespeichers 3 bit ( $\hat{=}$  8 Worte) hat, daher erfolgt dann eine Interpolation mit 2 bit = 4 Schritte. Der Lesespeicher der Fig. 4 ist daher relativ einfach aufgebaut, da jedoch nicht anzunehmen ist, daß die jeweiligen, der Drosselklappenstellung  $\alpha$  und der Periodendauer T entsprechenden, dem Lesespeicher zuzuführenden 5-bit-Worte stets genau den abgespeicherten Worten der  $8 \times 8$  Worte entsprechen, erfolgt dann eine Interpolation in der Weise, daß die je 7 Intervalle in jeweils 4 Interpolationsschritte unterteilt sind.

Anhand der Darstellung der Fig. 4 soll nunmehr zunächst das Interpolationsverfahren aufgezeigt werden, die effektive Realisierung einer Schaltung zur Durchführung dieses Verfahrens wird dann anhand der Fig. 5 in Verbindung mit Fig. 3 erläutert.

In Fig. 4 ist in Ordinatenrichtung beispielsweise die Drosselklappenstellung  $\alpha$  als Y und in Abzissenrichtung die Periodendauer T als X aufgetragen, so daß in

-/-

Ordinatenrichtung ein der Drosselklappenstellung  $\alpha$  entsprechendes 5-bit-Wort anliegt, in Abzissenrichtung ein 5-bit-Wort entsprechend der Periodendauer T. Dabei geben die drei ersten Zeichen oder bits des jeweiligen 5-bit-Wortes an den Achsen (d.h. die 3 MSB's = Most significant bits) das Intervall an, die beiden letzten bits (LSB = least significant bits) die Stellung in dem jeweiligen Intervall. Die Interpolation geschieht dann durch Mittelwertbildung, und zwar mit 16 Additionen, wobei jeweils die gespeicherten 8-bit-Worte des Intervalls, in dem man sich befindet und die der nächsthöheren Intervalle miteinander addiert werden, und zwar in einem Verhältnis, daß von der Stellung der Eingangsgrößen im jeweiligen Intervall abhängt; anschließend erfolgt eine Division durch 16. Als Beispiel ist angegeben, daß im Zwischenspeicher 14 (Drosselklappenstellung  $\alpha$ ) das 5-bit-Wort OLOLL und im Endstandspeicher 21 das 5-bit-Wort OLOLO ansteht. In diesem Falle ist durch diese beiden Eingangsgrößen das schraffierte Quadrat ausgewählt und ~~das Leserspeicher~~ <sup>dem nachgeschaltete Rechenwerk</sup> muß eine diesem ausgewählten Quadrat entsprechende Information abgeben. Die Interpolation erfolgt linear, und zwar in der Weise, daß die gespeicherten 8-bit-Worte bei den <sup>16</sup> durchzuführenden Additionen aus dem Ausführungsbeispiel 4 gespeicherten Größen umso häufiger als Summanden auftreten, je "näher" der durch die beiden Eingangsgrößen festgelegte endliche Bereich ihnen ist.

In der Darstellung der Figur 4 sind die 7 Intervalle durch die Größen  $Y_1$  bis  $Y_8$  und  $X_1$  bis  $X_8$  festgelegt, so daß bei der Mittelwertbildung beim dargestellten Ausführungsbeispiel die folgenden 8-bit-Wortezu addieren sind, wenn in den dargestellten Interpolationsrichtungen addiert wird:  $X_3Y_3$ ;  $X_4Y_3$ ;  $X_3Y_4$  und  $X_4Y_4$ . Damit man weiß, wie häufig die einzelnen, soeben erwähnten 8-bit-Worte jeweils zu addieren sind, kann man so vorgehen, daß man ausgehend von dem schraffiert

./.

13.

dargestellten Quadrat ein in jede Interpolationsrichtung 4 Interpolationsschritte umfassendes Quadrat zeichnet, wie durch die dicke Umrandung in der Darstellung der Figur 4 dargestellt; dieses Quadrat wird von den  $X_4$  und  $Y_4$  zugeordneten Verbindungslinien so unterteilt, daß in dem 8-bit-Wort  $X_3Y_3$  zwei Kästchen, dem 8-bit-Wort  $X_4Y_3$  ebenfalls zwei Kästchen, dem 8-bit-Wort  $Y_3Y_4$  sechs Kästchen und dem 8-bit-Wort  $Y_4X_4$  ebenfalls sechs Kästchen zugeordnet sind. Damit ergibt sich folgende Addition:  $2 \times X_3Y_3$ ,  $2 \times X_4Y_3$ ,  $6 \times X_3Y_4$  und  $6 \times X_4Y_4$ . Dieses Ergebnis wird, wie schon erwähnt, durch 16 dividiert und entspricht damit dem Mittelwert. Nun zurück zur Darstellung der Figur 3 in Verbindung mit der Figur 5. In der Figur 3 mit dem Bezugszeichen 23 bezeichneten Adressenvorwahl werden für die aufeinanderfolgenden, durchzuführenden 16 Additionen die jeweils benötigten 8 bit-Worte ausgewählt. Die Adressierung im Lesespeicher 22 ist dann lediglich noch eine Umcodierung. Die Additionen werden von dem dem Lesespeicher 22 nachgeschalteten Rechenwerk 24 seriell ausgeführt, es ergibt sich dabei max. ein 12-bit-Wort, von dem lediglich die ersten 8 MSB weitergegeben werden, wodurch man die Division mit 16 durchführt. In dem <sup>dem</sup> Rechenwerk 24 nachgeschaltetem Wandler 26 erfolgt dann die Umwandlung dieser Zahl in die erforderliche Ausgangsgröße, vorzugsweise in eine Zeit, die einem Stellglied zugeführt werden kann, die Zeit kann beispielsweise der Einspritzdauer  $t_i$  entsprechen. Um die einzelnen Vorgänge in entsprechender Weise aufeinander abzustimmen und taktmäßig zu steuern, ist dann noch ein universales Steuerwerk 27 vorgesehen, welches in entsprechender Weise die einzelnen Schaltungsanordnungen beaufschlagt; dem Steuerwerk 27 ist der System-Takt zugeführt.

Im einzelnen geschieht dabei, wie die Darstellung der Figur 5 zeigt, folgendes. Die 3 wichtigsten bits jedes 5-bit-Wortes

./.

im Zwischenspeicher 14 und Endstandspeicher 21 gehen direkt auf die Adressierung des Lesespeichers 22; sie sind als abc-bits bezeichnet. Diese 3 ersten bits abc jeder Richtung X oder Y legen daher das anfängliche 8-bit-Wort fest, von dem auszugehen ist, die beiden letzten bits jedes 5-bit-Wortes bestimmen dann die Häufigkeit, mit welcher dieses 8-bit-Wort und jeweils angrenzenden <sup>die</sup> <sup>drei</sup> in Interpolationsrichtung zur Addition herangezogen werden. Die beiden letzten bits jedes 5-bit-Wortes aus dem Zwischenspeicher 14 und dem Endstandspeicher 21 werden daher Vergleichen 35 und 36 zugeführt, deren andere Eingänge mit den Ausgängen eines Zählers 28 verbunden sind. Dieser Zähler 28 ist Bestandteil des Steuerwerks 27, welches noch einen weiteren Zähler 29 enthält, der aus dem zentralen Systemtakt jeweils die 12 Taktschritte ableitet, die für eine serielle Addition benötigt werden. Der Zähler 28, der 4 bit zählen kann, ist dem 12er-Zähler 29 nachgeschaltet und zählt daher jeden 12. Takt. Die Ausgangspositionen des 4-bit-Wortes am Zähler 28 ändert sich daher von 0000 bis LLLL. Immer wenn 12 System-Takte, wie durch den Zähler 29 festgelegt, verstrichen sind, ist eine der seriellen

Additionen durchgeführt und es erfolgt eine erneute Addition, wobei gleichzeitig der 4-bit-Zähler 28 seine Ausgangsposition jeweils um den Wert 1 ändert. Die beiden MSB's des Zählers 28 gelangen zum Vergleicher 35, die beiden LSB 's zum Vergleicher 36. Die beiden Vergleicher-Schaltungen 35 und 36 geben über eine Ausgangsleitung ein Signal z ab. Wenn die jeweils vom Zähler 28 kommenden 2-bit-Worte größer oder gleich wie die jeweiligen 2 LSB's der Speicher 14 und 21 sind, dann ist  $z = L$ , ansonsten ist es 0. Die Vergleicher 35 und 36 führen daher einen "größer-gleich"-Vergleich durch, wobei mit dem Vergleicher 36 jeweils 4 Additionen in X-Richtung (vergl. Fig. 4) durchgeführt werden. Solange also die beiden LSB oder letzten beiden bits des Zählers 28 kleiner sind als die beiden LSB im Endstandspeicher 21, liegt

das Ausgangssignal  $z$  des Vergleichers auf 0. In diesem Falle wird das zum Intervall gehörende 8-bit-Wort (gegeben durch die 3 MSB  $abc$  der Eingangsgröße) angesteuert. Ist der Zählerstand jedoch gleich oder größer, dann wird das Ausgangssignal des Vergleichers 36, aber auch des Vergleichers 35, der in identischer Weise wirkt, L und das zum nächsthöheren Intervall gehörende 8-bit-Wort wird ausgewählt. Der Vergleich 35 steuert in gleicher Weise die Interpolation in Y-Richtung, jedoch wegen des Zählers 28 um weitere 4 Takte untersetzt. Ein Ausführungsbeispiel für die Adressierung des Lesespeichers 22 ist in Figur 6 dargestellt; daher erscheint es zweckmäßig, zum umfassenden Verständnis, bevor auf die Weiterverarbeitung der jeweils aus dem Lesespeicher 22 ausgelesenen 8-bit-Worte in der weiterverarbeitenden Schaltung eingegangen wird, die Lesespeicher-Anwahlschaltung oder Adressierung der Figur 6 kurz zu erläutern. Die Darstellung der Figur 6 entspricht einer Adressierschaltung in Y- oder in X-Richtung, die 3 MSB  $abc$  gelangen unmittelbar auf UND-Gatter 31, wobei mit einem dicken Punkt versehene Eingänge negiert sind. Das  $z$ -Signal geht an einen 4. Eingang der UND-Gatter 31. Sind sämtliche Eingänge des 1. UND-Gatters von oben 0, also sind sämtliche Werte, wie der "schaltalgebraischen Tabelle" der Figur 4 entnommen werden kann, negiert, dann wird das Wort A ausgewählt, welches, da die Adressierschaltung der Figur 6 lediglich die Adressierung in eine Richtung darstellt, dem Werte  $X_1$  oder  $Y_1$  entspricht. Man sieht sofort, daß dann, wenn das  $z$ -Signal L wird, nunmehr das nächsthöhere 8-bit-Wort B ausgewählt wird, welches  $X_2$  oder  $Y_2$  entspricht.

Da der Zähler 28 ein 4-bit-Zähler ist, werden auf diese Weise insgesamt, wie leicht einzusehen ist, 16 8-bit-Worte aus dem Lesespeicher 22 ausgewählt und von diesem, wie weiter der Figur 5 entnommen werden kann, zunächst einem nach-



geschalteten Schieberegister 32 zugeführt. Dieses Schieberegister 32 sowie ein weiteres, als Akkumulator zu bezeichnetes Schieberegister 33 sind Teil des Rechenwerks 30 und in geeigneter Weise so ausgebildet, daß die jeweils 16 Additionen ausgeführt werden können. Hierzu sind die Ausgänge des 8-bit umfassenden Schieberegisters 32 und des, wegen der von ihm aufzunehmenden, nach 16 Additionen auf 12 bit angewachsenen Wortes auf eine solche Kapazität ausgelegten Schieberegisters 33 mit den Eingängen eines 1-bit-Volladdierers 34 verbunden, dessen Ausgang wieder über eine Leitung 35 zum Akkumulator oder Schieberegister 33 führt. Die Addition erfolgt jeweils entsprechend dem Systemtakt; dabei ist ein Umschalter 36 vorgesehen, der nach den ersten 8 Takten, nach dem also die in dem ersten Schieberegister 32 enthaltenen 8 bits über den Volladdierer in den Akkumulator 33 gelaufen sind, den Ausgang dieses Schieberegisters bzw. den entsprechenden Eingang des Volladdierers 34 auf "0" legt, damit die letzten 4 bits im Schieberegister, die inzwischen, je nach Stand der Addition, aufgelaufen sein können, verarbeitet werden können. Der Volladdierer 34 addiert jeweils in serieller Weise 1 bit aus Schieberegister 32 und Akkumulator 33 und benötigt, wie einzusehen ist, hierzu noch einen Zwischenspeicher 58 für den Übertrag. Gegebenenfalls kann aber, je nach Arbeitsweise des Schieberegisters 32, auch auf den Umschalter 36 verzichtet werden, beispielsweise wenn das Register 32 eine Länge von 12 bit hat, wobei jeweils die 4 MSB Null sind.

Nach Durchführung von jeweils 16 Additionen ist dann im Akkumulator 33 ein aus 12 bit bestehendes Wort gebildet, welches dadurch durch 16 dividiert wird, daß die 4 unteren bits, d.h. die 4 LSB unterdrückt und lediglich die 8 MSB weitergegeben werden. Die Weitergabe erfolgt über eine Leitung 37 entsprechend dem Systemtakt und in diesem Sinne ebenfalls vom Steuerwerk 27 gesteuert, wobei noch ein in der erwähnten Weise beaufschlagtes Gatter in der Leitung 37 angeordnet sein muß, damit die 4 LSB unterdrückt werden können. Über die Leitung 37 gelangt das 8-bit-Wort, welches

609824/0483

-/-

nunmehr eine präzise Interpolation darstellt, auf ein weiteres Schieberegister 38, das als Rückwärtszähler ausgebildet ist. Der Rückwärtszähler 38 umfaßt 8 bit; sein Ausgang liegt über einen Inverter 39 am Eingang eines Halbaddierers 41, dessen anderem Eingang, selbstverständlich im entsprechenden Takt, eine Frequenz  $f_2$  zugeführt ist. Der Ausgang des Halbaddierers ist über einen weiteren Inverter 42 wieder mit dem Eingang des Rückwärtszählers 38 verbunden; es ist einzusehen, daß durch die erstmalige Invertierung, die Addition jeweils eines bits mit Hilfe der zugeführten Frequenz  $f_2$  und der nochmaligen Invertierung der Inhalt des Rückwärtszählers oder Schieberegisters 38 ausgezählt wird, wobei die Zähldauer ein Maß für den Inhalt des ursprünglichen 8-bit-Wortes ist. Sobald ein dem Rückwärtszähler 38 zugeordnetes Gatter 43 den Inhalt des Rückwärtszählers 38 als zu "0" erkennt, wird ein Signal abgegeben, welches beispielsweise einer nachgeschalteten Kippstufe 44 zugeleitet werden kann. Diese Kippstufe kann bei Beginn des Rückwärtszählvorgangs gesetzt worden sein, so daß man ein zeitabhängiges Maß gewinnt, welches der anfänglichen Größe des 8-bit-Worts im Rückwärtszähler 38 proportional ist. Hierzu läßt sich beispielsweise ein Kurbelwellengeber verwenden, der einen Schalter 45 nach Einspeisung des 8-bit-Worts aus dem Akkumulator 33 in den Rückwärtszähler 38 so umlegt, daß nunmehr die Auszählung des Rückwärtszählers 38 auf 0 erfolgt und dabei gleichzeitig die bistabile Kippstufe 44 gesetzt wurde, wobei das Rücksetzen vom Gatter 43 bei 0-Erkennung erfolgt.

Man sieht, daß es auf diese Weise gelingt, auf digitale Weise einmal ein für jede Art einer Brennkraftmaschine spezifisches Kennfeld zu speichern, aber auch auszulesen, ohne daß es erforderlich ist, einen übermäßigen Aufwand zu treiben. Selbstverständlich ist es möglich, die Anzahl

./.

der bits jedes Wortes je nach der gewünschten Präzision zu ändern, dies trifft auch auf die Anzahl der bits der im Lesespeicher gespeicherten Worte zu.

In Figur 7 ist schließlich noch eine verbesserte Möglichkeit für die Auszählung der Periodendauer dargestellt; dies betrifft die Bausteine 16, 17, 18, 19 und 21 der Darstellung der Figur 3, die schließlich ein der Periodendauer proportionales 5-bit-Wort im Endstandspeicher 21 bilden sollen. Üblicherweise ist ja die Auszählung der Periodendauer mit einer konstanten Frequenz bei niedriger Drehzahl (d.h. bei hoher Periodendauer) sehr genau, wird jedoch mit höheren Drehzahlen immer ungenauer. Diesen Nachteil kann man jedoch vermeiden, wenn man den in Figur 3 vorgesehenen Vorwärtsszähler 19 durch einen Rückwärtsszähler 50 ersetzt und dann nicht mehr mit konstanter Frequenz, sondern mit sich verändernder Frequenz auszählt, wobei die Veränderung einen angenähert hyperbolischen Verlauf hat. Zu diesem Zweck ist dem Rückwärtsszähler 50 ein Intervall-Dekodierer 51 zugeordnet, der die jeweilige Periodendauer feststellt und eine entsprechende Information an eine Frequenz-Syntheseschaltung 52 weiterleitet, die in der Lage ist, aus ihr angebotenen, verschiedenen, nicht koinzidenten Teilfrequenzen eine synthetische Frequenz je nach Bedarf zusammenzustellen und dem Rückwärtsszähler zuzuleiten. Hierzu ist ein vom Systemtakt beaufschlagter Teilerzähler 54 vorgesehen, aus dem in einer Schaltung 53 eine Vielzahl nicht koinzidenter Teilfrequenzen erzeugt werden. Diese Frequenzen werden dann der Frequenz-Syntheseschaltung 52 zur Weiterleitung an den Rückwärtsszähler 50 zur Verfügung gestellt. Am Ende der Periodendauer wird dann eine drehzahl-proportionale Zahl in den Endstandspeicher 21 übernommen. Im vorliegenden Fall kann die Annäherung an den hyperbolischen Verlauf der Frequenz-

./.

änderung vorzugsweise sehr grob sein, so daß die in Figur 7 dargestellte Schaltung relativ einfach gehalten werden kann. Beispielsweise läßt sich der hyperbolische Frequenzänderungsverlauf durch zwei Geraden annähern, so daß man lediglich zwei Teilfrequenzen benötigt.

Die bisher beschriebene digitale Schaltung erlaubt weitgehende Eingriffe, wie sie beispielsweise beim Warmlauf, Kaltstart und dgl. erforderlich sind. So läßt sich beispielsweise die dem Rückwärtszähler 38 der Umwandlungsschaltung 36 zugeführte konstante Frequenz in der Weise ändern, daß ein multiplikativer Eingriff vorgenommen wird. Beispielsweise kann ein Warmlauf vorgesehen sein, in dem in bestimmten Temperaturbereichen die Frequenz  $f_2$ , die zum Auszählen des Rückwärtszählerinhaltes verwendet wird, geändert wird. Auch der Eingriff für die weiter vorne schon erläuterte und in Figur 1 lediglich schematisch dargestellte überlagerte Regelung durch Rückführung von Laufruhe signalen oder  $\lambda$ -Signalen läßt sich durch Änderung der Frequenz  $f_2$  durchführen. Die zur Bildung eines Gesamt-Regelsystems verwendeten Regelschaltungen können so ausgelegt werden, daß sie normalerweise ein "O-L"-Signal liefern, je nach dem, ob der Sollwert über- oder unterschritten ist. Mit diesem Signal läßt sich in Richtung auf eine Erhöhung der Frequenz  $f_2$  oder eine Erniedrigung der Frequenz  $f_2$  arbeiten, so daß man hier die Dauer der Einspritzimpulse direkt beeinflussen kann. Beispielsweise ist es möglich, mit dem von den Regelschaltungen gelieferten "O-L"-Signal einen Integrator anzu steuern, der dann die Frequenz  $f_2$  in entsprechender Weise erzeugt.

./.

112o/ot/EO  
28.11.1974

- 1 -

. 20.

Patentansprüche:

1. Vorrichtung zur Bestimmung der Kraftstoffeinspritzmenge, des Zündwinkels, der Abgasrückführungsrate oder dergleichen bei gemischverdichtenden Brennkraftmaschinen, wobei den Brennräumen der Zylinder über Einspritzventile in Abhängigkeit von der Drosselklappenstellung und der Drehzahl der einzuspritzende Kraftstoff zuführbar ist, wobei eine das charakteristische Kennfeld der Einspritzdauer über der Drehzahl mit der Drosselklappenstellung als Parameter für jede Art einer Brennkraftmaschine in digitaler Kodierung enthaltende Rechenschaltung vorgesehen ist, der die momentanen Drehzahl- und Drosselklappenwerte in ebenfalls digitaler Kodierung derart zuführbar sind, daß die einen Lesespeicher mit einer vorgegebenen Anzahl von Speicherpunkten enthaltende Rechenschaltung daraus die entsprechende Einspritzdauer ableitet, dadurch gekennzeichnet, daß zur Interpolation die jeweils wichtigeren bits (MSB) jedes dem Momentanwert der Drosselklappenstellung ( $\alpha$ ) und der Drehzahl (n) entsprechenden digitalen Wortes dem Lesespeicher (22) unmittelbar zur Festlegung des Interpolationsintervalls zuführbar sind, während die jeweils weniger wichtigen bits (LSB) durch Mittelwertbildung interpolierbar sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Lesespeicher (22) der Rechenschaltung eine vorgegebene Anzahl von Speicherpunkten in zwei zueinander senkrecht stehenden Richtungen (Y-Richtung = Drosselklappenstellung  $\alpha$ ; X-Richtung = Periodendauer T) enthält.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die drei ersten bits als MSB jedes vorzugsweise als 5-bit-Wort ausgebildeten Drosselklappenstellungs- oder Dreh-

-/-

609824/0483

.21.

zahlmomentanwerts dem Lesespeicher (22) zugeführt und die beiden restlichen bits (LSB) zur Interpolation verwendet sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß im Lesespeicher in jeder Richtung vorzugsweise 8 Worte, also insgesamt 64 Worte zu je bevorzugt 8 bit gespeichert sind.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein über eine Marke (17) an der Kurbelwelle die Kurbelwellenumdrehungsdauer abtastender Geber (16) vorgesehen ist, der die von ihm erzeugten Signale einem Zähler (19, 50) zuführt, der mit einer Frequenz ( $f_1$ ) vorgegebener Größe derart beaufschlagt ist, daß die Periodendauer als Zählerendstand gebildet ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Endstand des Zählers in einen nachgeschalteten Endstandspeicher (21) in Form des 5-bit-Worts übernehmbar ist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Drosselklappenstellungssignal ( $\propto$ ) über einen Drosselklappenstellungsgeber (12) einer Umwandlungsanordnung (13) zuführbar ist, die die Drosselklappenstellung in eine 5-bit-Dualzahl codiert und einen Zwischenspeicher (14) zuführt oder daß ein direkt dual codierter Drosselklappenstellungsgeber vorgesehen ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß zur Mittelwertbildung jeweils die im Lesespeicher(22) gespeicherten Worte des durch die wichtigeren bits (MSB) der beiden 5-bit-Worte im End-

1120/ot/EQ  
28.11.1974

- 3 -

. 22 .

standspeicher (21) und Zwischenspeicher (14) bestimmten Intervalls und die Worte der jeweils nächshöheren Intervalle in einem von der Stellung der Eingangsgrößen im jeweiligen Intervall abhängigen Verhältnis addierbar sind.

- 9 . Vorrichtung nach Anspruch 8 , dadurch gekennzeichnet, daß bei 7 Intervallen in jeder Richtung im Lesespeicher und bei Unterteilung jedes Intervalls in 4 Interpolationsschritte zur Mittelwertbildung 16 Additionen ausführbar sind mit dem jeweils bestimmten Intervall und den 3 nächsthöheren Intervallen und anschließender Division durch die Zahl 16.
10. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9 , dadurch gekennzeichnet, daß die den ersten 3 bits des Zwischenspeichers 14 und des Endstandspeichers (21) entsprechenden Ausgänge unmittelbar eine dem Lesespeicher (22) vorgeschalteten Adressierschaltung (25) zuführbar sind und die den beiden weniger wichtigen bits jedes der Drosselklappenstellung ( $\infty$ ) und der Periodendauer (T) entsprechenden 5-bit-Worte Vergleichen (35, 36) zugeführt sind.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10 , dadurch gekennzeichnet, daß entsprechende Eingänge der Vergleicher (35, 36) mit Ausgängen eines Zählers (28) verbunden sind, der über einen untersetzenden Zähler (29) vom Systemtakt beaufschlagt ist und wobei die Vergleicher (35, 36) dann ein Ausgangssignal (z) erzeugen, wenn der jeweils zugeführte Zählerinhalt größer oder gleich ist als die ebenfalls anstehenden, weniger wichtigen bits (LSB) der 5-bit-Worte.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der vom Systemtakt beaufschlagte Zähler (29) um den

./.

• 23 •

Wert 12 untersetzt und daher der mit den Vergleichern (35, 36) verbundene und als 4-bit-Zähler ausgebildete Zähler (28) nur jeweils jeden 12. Systemtaktschritt um eine Zahl weiterschaltet.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die dem Lesespeicher (22) vorgeschaltete Adressenauswahlschaltung (25) aus je 4 Eingänge aufweisenden UND-Gattern (31) besteht, denen jeweils die 3 wichtigen bits (MSB) <sup>der</sup> der Drosselklappenstellung und der Periodendauer entsprechenden 5-bit-Worte sowie das Ausgangssignal <sup>(z)</sup> des Vergleichers (35, 36) zuführbar ist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Lesespeicher das pro 12 Systemtaktschritten ausgewählte jeweilige 8-bit-Wort einem Schieberegister (32) übergibt, welches seinen Inhalt entsprechend der vorzunehmenden Mittelwertbildung, bevorzugt 16 x auf einen nachgeschalteten Akkumulator (33) überträgt.
15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgänge des Schieberegisters (32) und des Akkumulators (33) mit einem 1-bit-Volladdierer (34) verbunden sind, dessen Ausgang mit dem Eingang des Akkumulators (33) verbunden ist und <sup>diesem</sup> ein Zwischenspeicher (37) für die Übertragsbildung zugeordnet ist.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß nach vorgenommener Mittelwertbildung das im Akkumulator (33) anstehende, bevorzugt 12-bit aufweisende Wort einem als Rückwärtszähler (38) ausgebildeten Schieberegister unter Weglassung der

./.



.24.

letzten 4 weniger wichtigen bits (Division durch 16) zuführbar ist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Rückwärtszähler 38 so geschaltet ist, daß durch Zuführung einer konstanten Frequenz sein Inhalt innerhalb eines durch die Größe des gespeicherten Wortes bestimmten Zeitraums auszählbar ist.
18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausgang des Schieberegisters über einen Inverter (39) mit einem Halbaddierer (41) verbunden ist, dem eine zusätzliche, frei wählbare Frequenz ( $f_2$ ) zuführbar ist und daß der Ausgang des Halbaddierers über einen Inverter (42) mit dem Eingang des Rückwärtszählers (38) verbunden ist, derart, daß der Inhalt des Rückwärtszählers auf 0 auszählbar ist.
19. Vorrichtung nach Anspruch 6, 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß dem Rückwärtszähler (38) ein Gatter (43) zur 0-Erkennung zugeordnet ist, welches beim Zählerinhalt 0 ein Ausgangssignal abgibt.
20. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Auszählbeginn des Rückwärtszählers (38) von einem Kurbelwellengeber bestimmbar ist, der zu diesem Zeitpunkt einer Kippschaltung (44) ein Setzsignal zuführt, wobei die Kippschaltung (44) vom Ausgangssignal des Gatters (43) rücksetzbar ist, derart, daß der durch die Kippschaltung (44) bestimmte Zeitablauf ein Maß für die Einspritzdauer ( $t_i$ ) ist.

./.

25-

21. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß das vom Geber (16) abgetastete Periodendauersignal pro Kurbelwellenumdrehung einen Rückwärtszähler (50) zuführbar ist, dem von einer Frequenz-Synthese-Schaltung (52) ein Zählsignal veränderbarer Frequenz zuführbar ist.
22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß ein vom Systemtakt beaufschlagter Teilerzähler (54) vorgesehen ist, der eine Vielzahl nicht koinzidenter Teilfrequenzen erzeugt und der Frequenz-Synthese-Schaltung (52) zuführt, die von einem den Rückwärtszähler (50) abtastenden Intervalldeko-der (51) derart gesteuert ist, daß die Zählfrequenz einen der Periodendauer angepaßten hyperbolischen Verlauf aufweist.
23. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die der Umwandlungsschaltung (26) der Rechenschaltung-Ausgangsgröße in eine Zeit zugeführte Frequenz ( $f_2$ ) in Abhängigkeit zu Regelsignalen oder für Kaltstart und Warmlauf veränderbar ist, derart, daß sich ein multiplikativer Eingriff in die Einspritzzeitdauer ( $t_i$ ) ergibt.
24. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die aus der Brennkraftmaschinenlaufruhe oder der Luftzahl ( $\lambda$ ) abgeleiteten Regelsignale der Rechenschaltung (1) durch Änderung der Frequenz ( $f_2$ ) der Umwandlungsschaltung (26) zuführbar sind.
25. Vorrichtung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß die der Umwandlungsschaltung (26) zugeführte Frequenz ( $f_2$ ) von einer Schaltungsanordnung erzeugt ist, der die rückgeführten Regelsignale zugeführt sind.

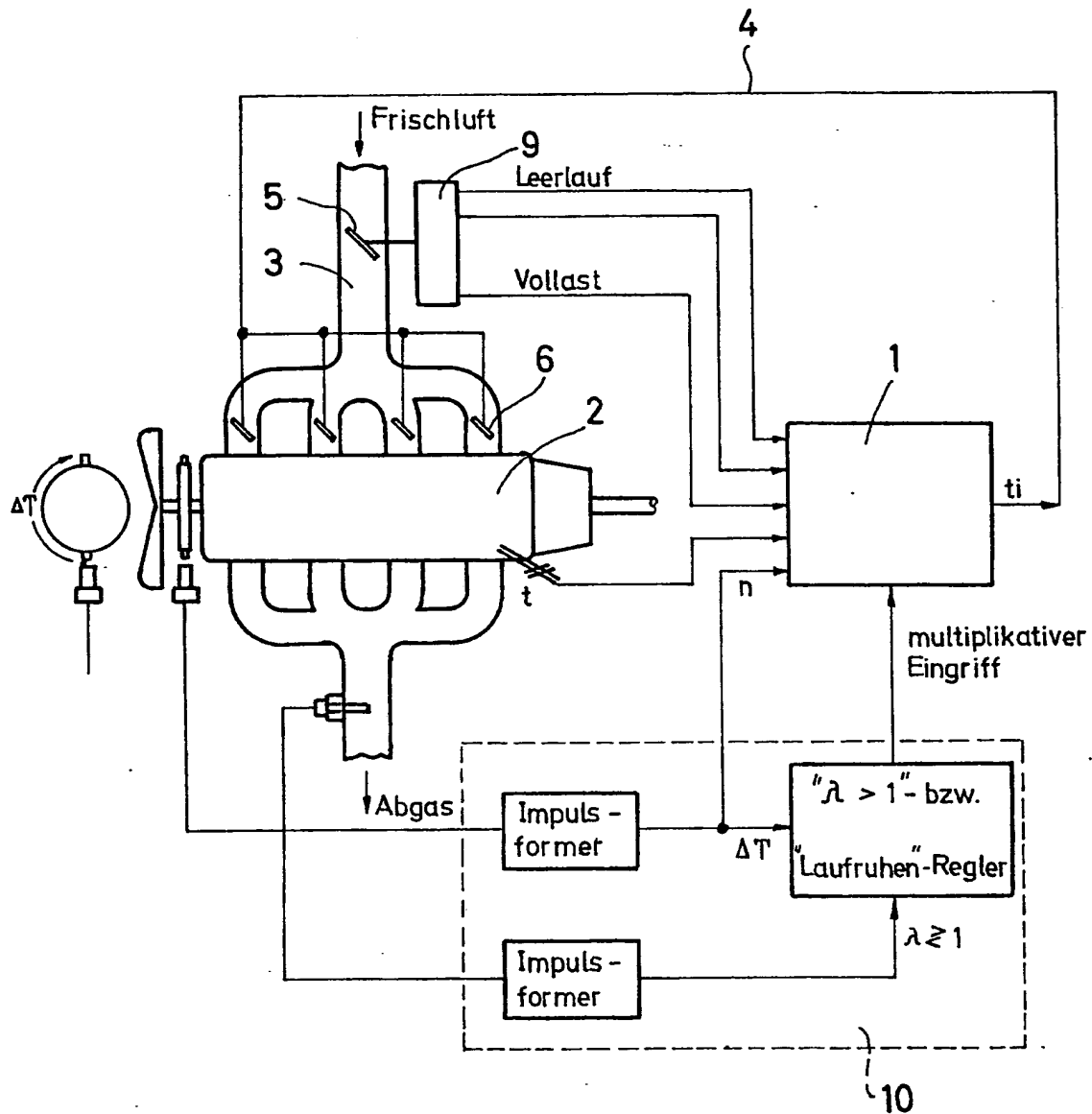


Fig. 1 X

F02D

5-02

AT:05.12.1974 OT:10.06.1976

Firma Robert Bosch GmbH., Stuttgart

DIPL.-ING. PETER OTTE

609824/0483

Fig. 2

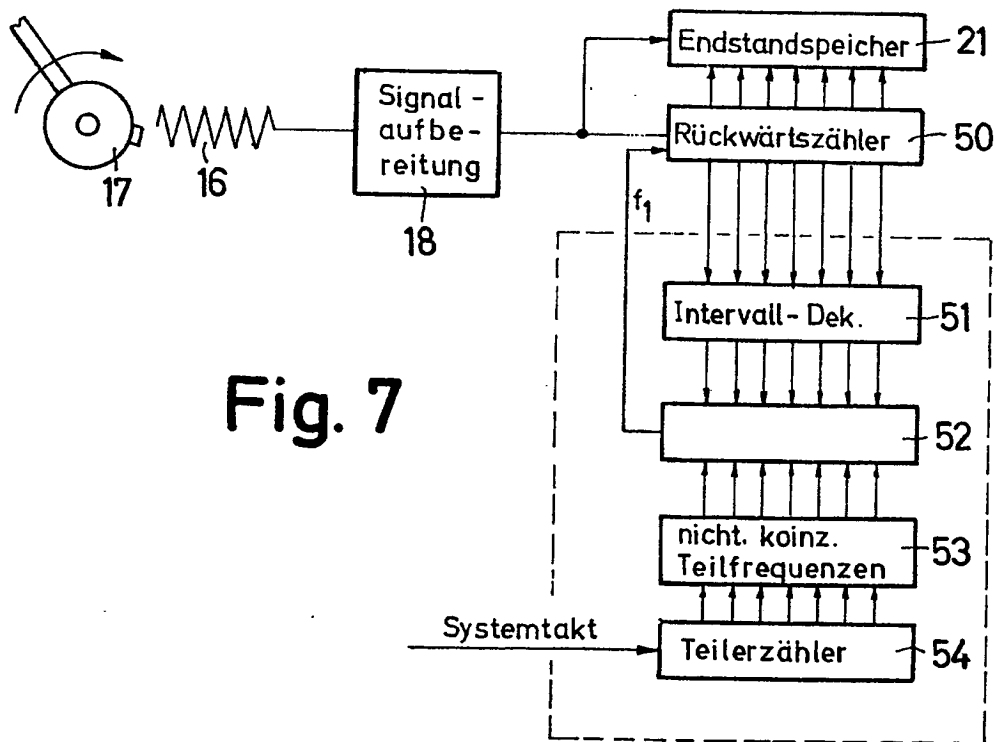
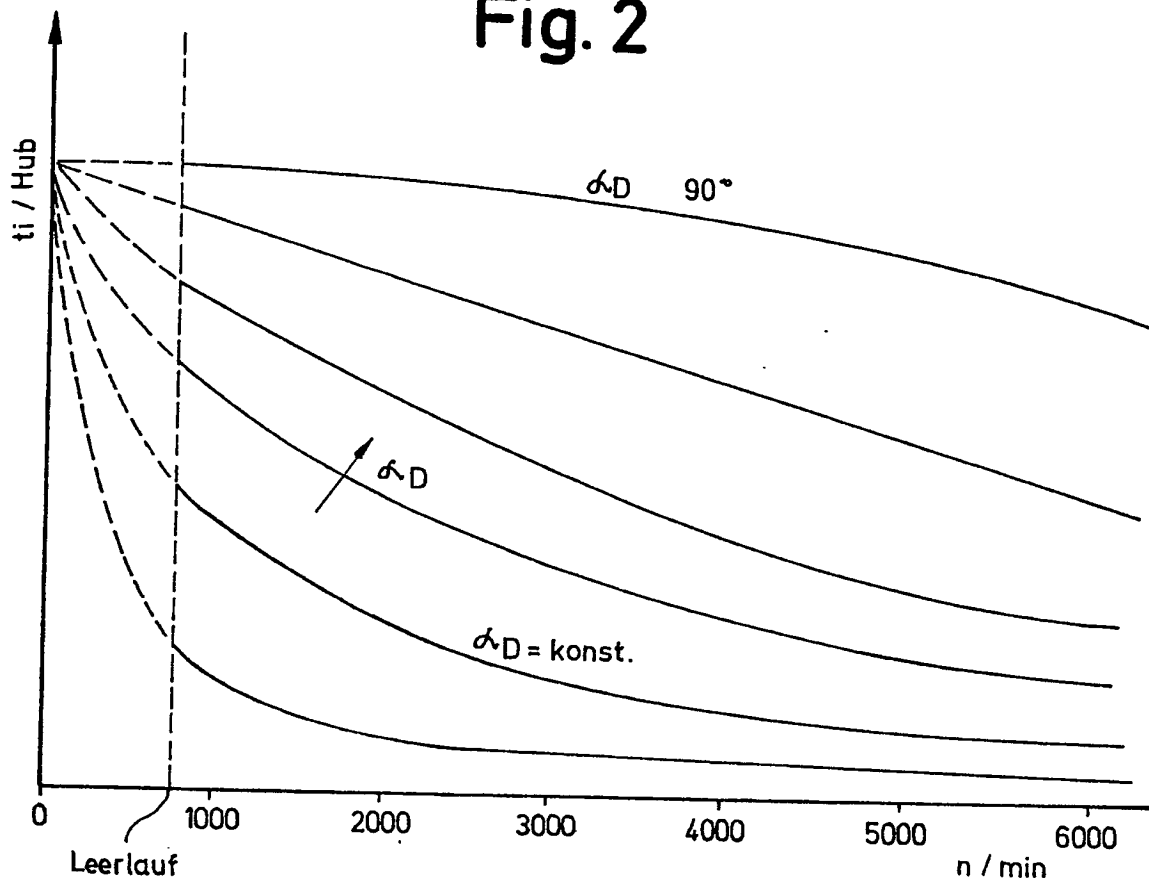
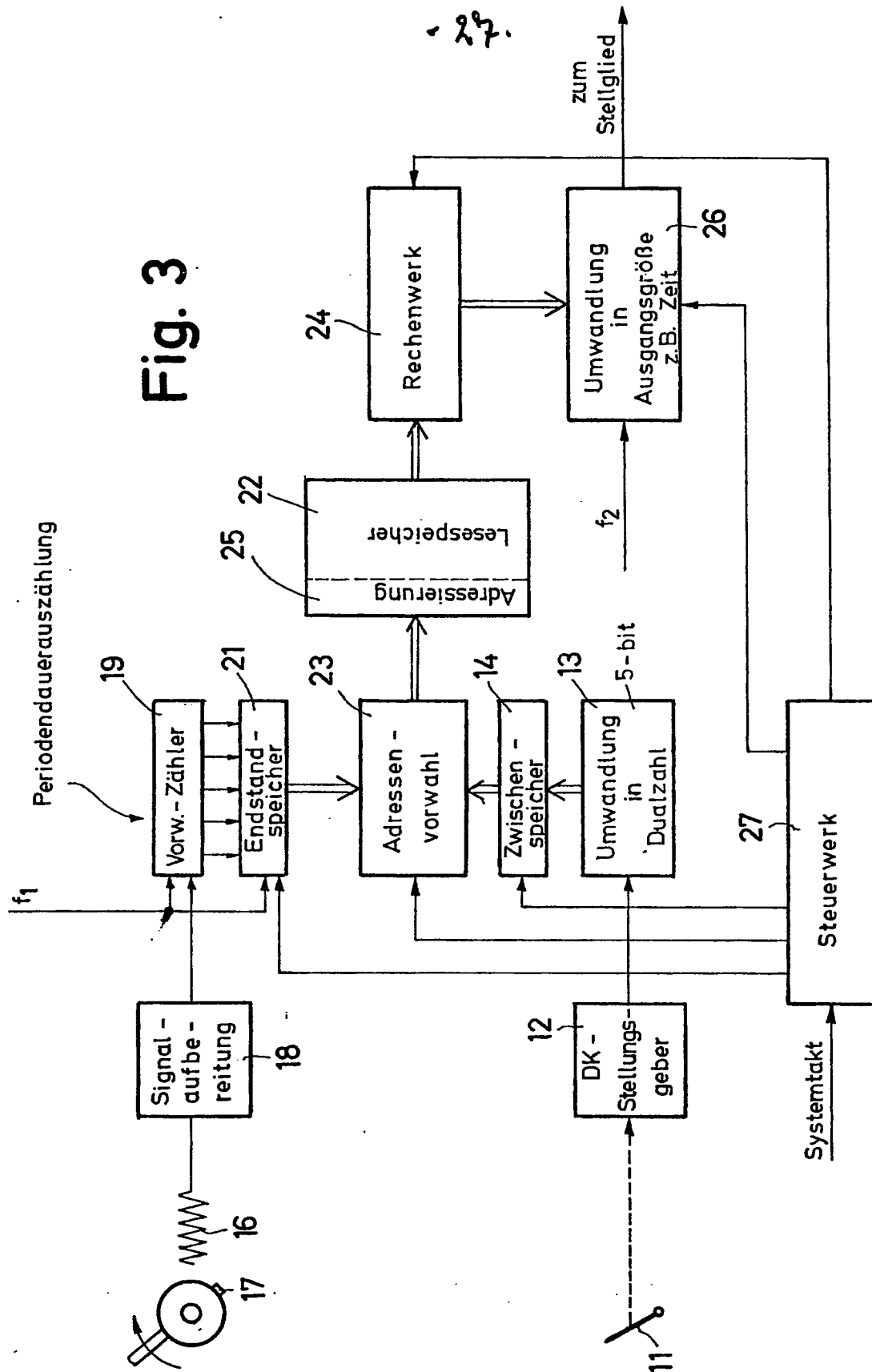


Fig. 7

Fig. 3



- 28 -

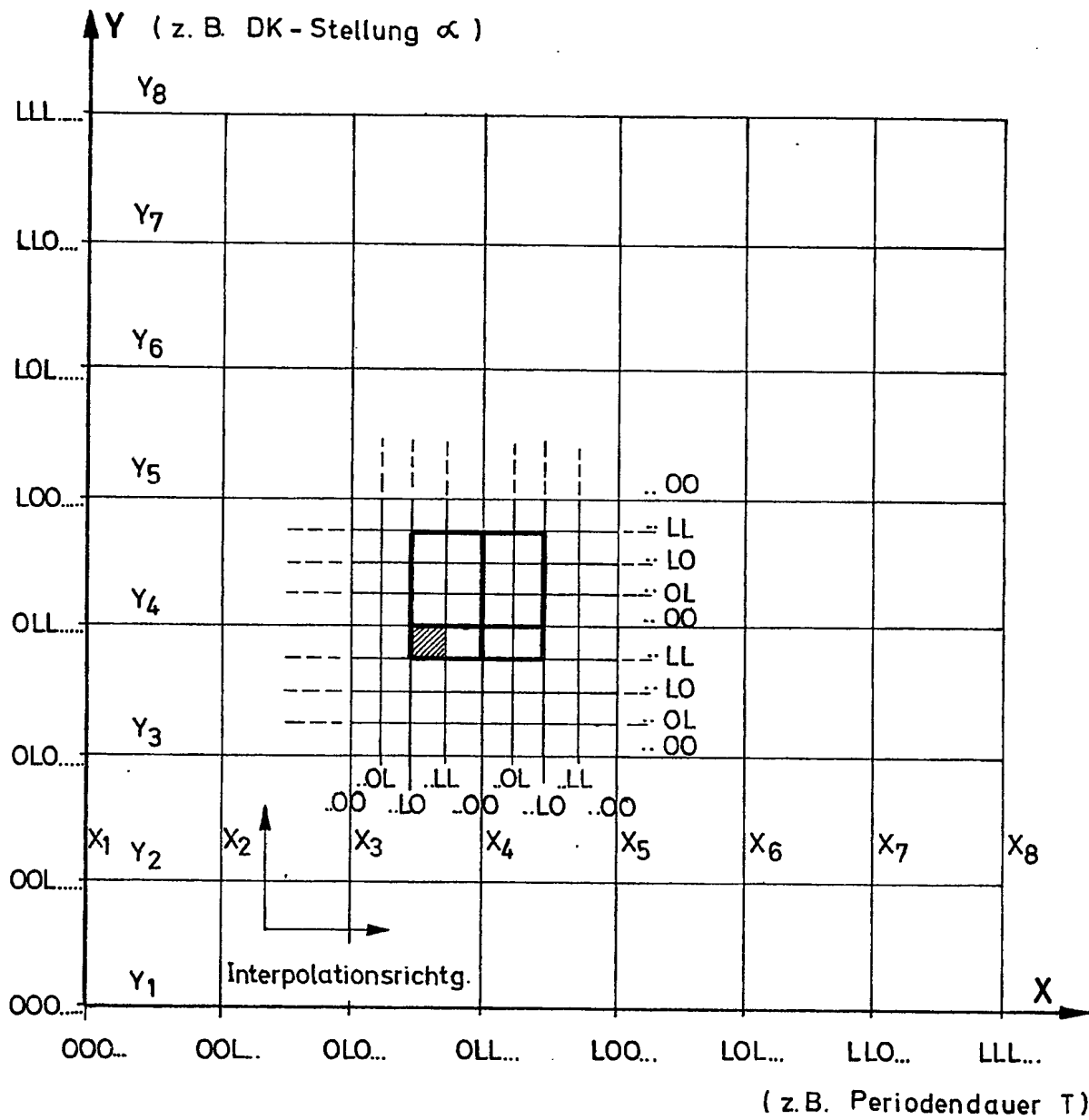


Fig. 4

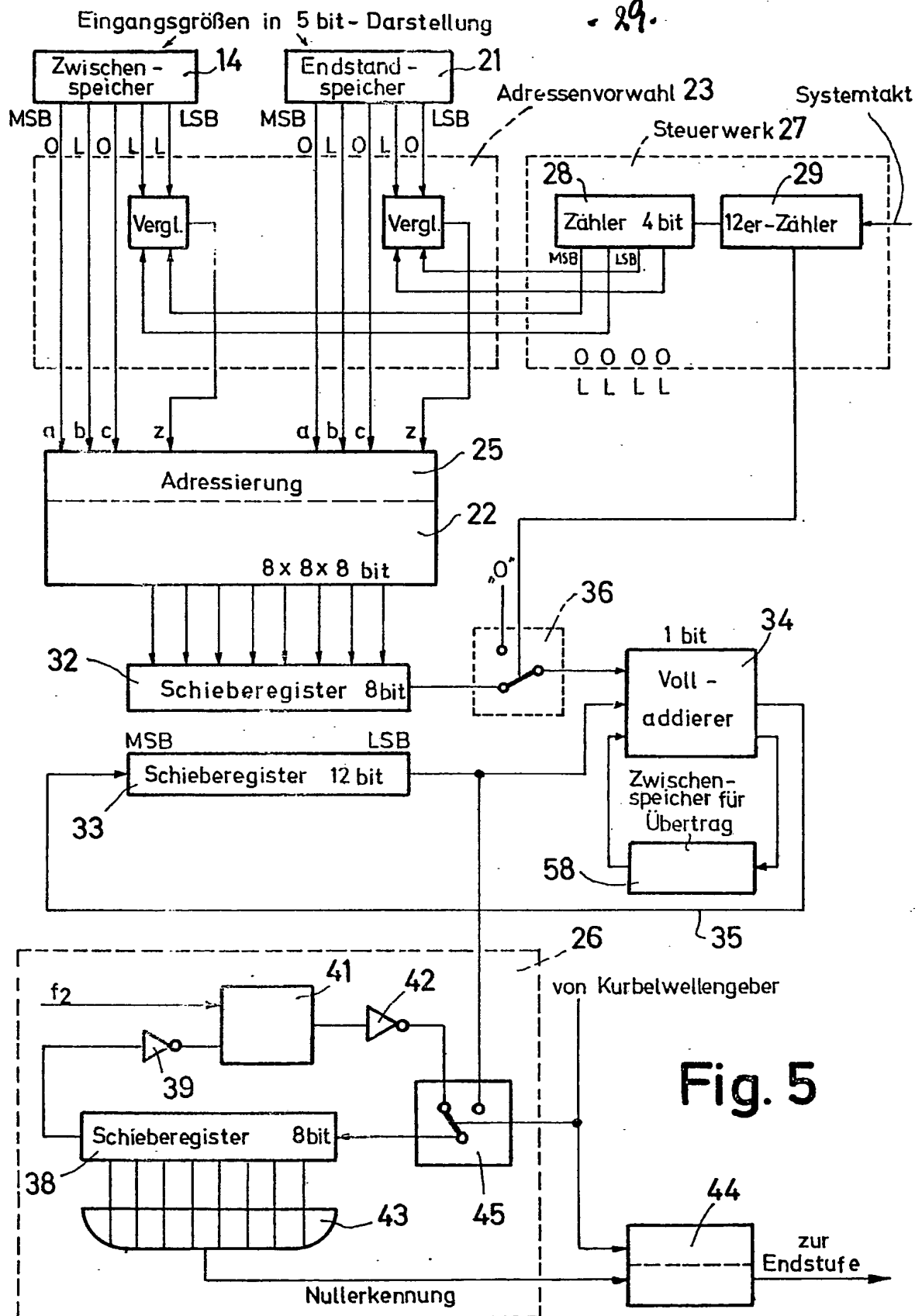
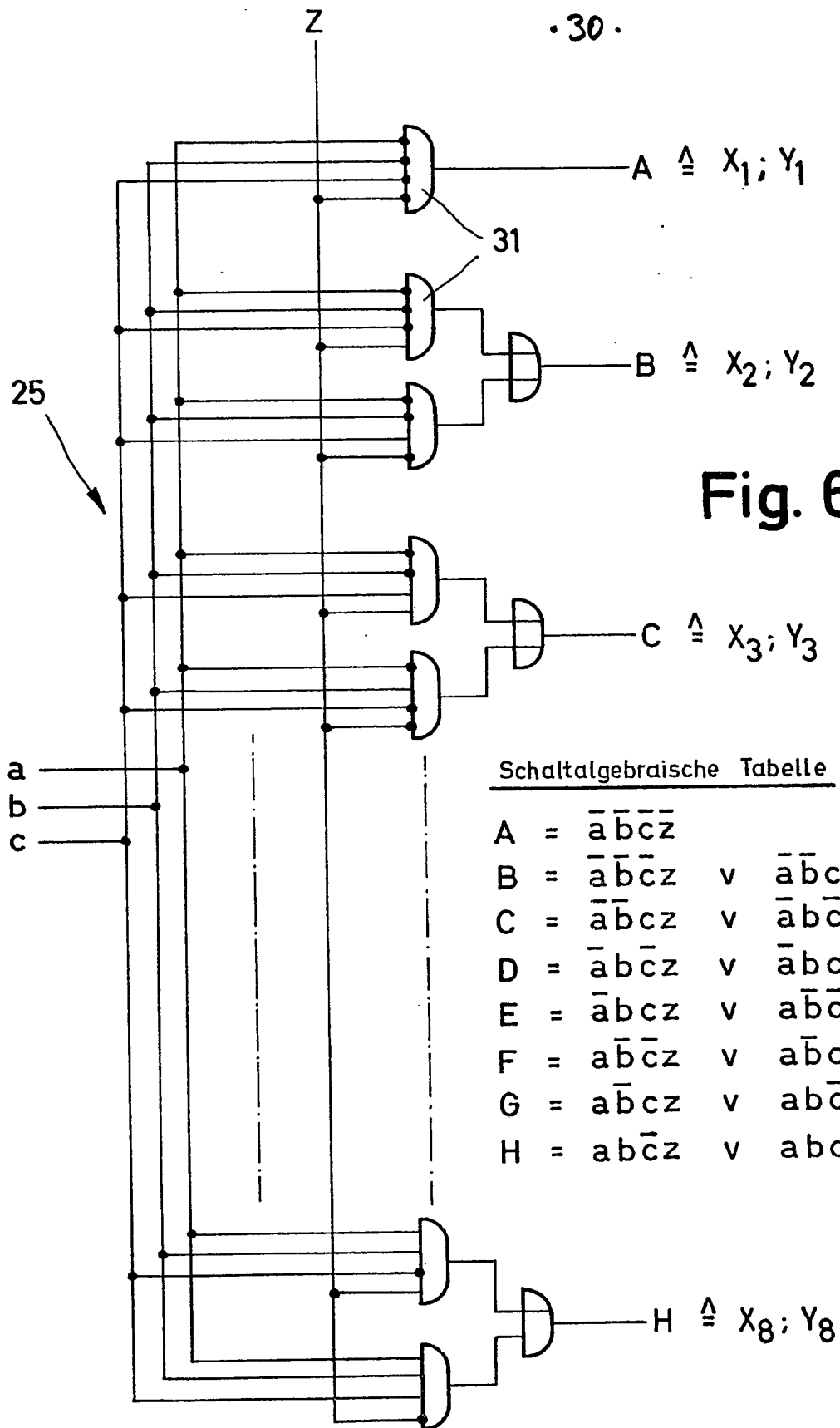


Fig. 5

ORIGINAL INSPECTED

609824/0483





# Apparatus for determining the fuel injection quantity in mixture compressing internal combustion engines

**Patent number:** DE2457461  
**Publication date:** 1976-06-10  
**Inventor:** SCHMIDT PETER DIPL ING; BIANCHI VALERIO DIPL ING DR; LATSCH REINHARD DIPL ING DR  
**Applicant:** BOSCH GMBH ROBERT  
**Classification:**  
 - international: **F02D41/14; F02D41/24; F02D41/00; F02D41/14; (IPC1-7): F02D5/02**  
 - european: F02D41/14D9B; F02D41/14F2; F02D41/24D2D  
**Application number:** DE19742457461 19741205  
**Priority number(s):** DE19742457461 19741205

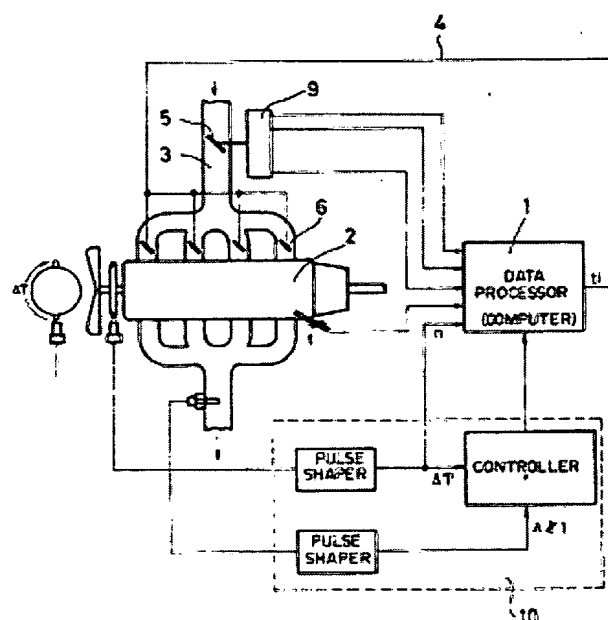
## Also published as:

US4048965 (A)  
 JP51067831 (A)  
 GB1515903 (A)  
 FR2293597 (A)

Report a data error here

Abstract not available for DE2457461  
 Abstract of correspondent: **US4048965**

A fuel metering system of an internal combustion engine is controlled by a digital computer circuit which delivers injection pulses to actuate the fuel injection valve of the engine. The duration of these pulses is directly related to the amount of injected fuel and depends on the inherent characteristics of the engine as well as on the engine r.p.m. and the degree of throttle opening. A set of data points each of which correlates a fuel datum with a pair of numbers related to engine speed and throttle valve opening, respectively, is stored in a digital memory and can be addressed by digital signals from transducers associated with engine speed and throttle valve position. An arithmetic unit then performs an interpolation process by weighted addition of nearest neighbor values of the datum stored in the memory. The final, interpolated datum is counted down at constant or variable frequency and represents an output signal related to the fuel injection period.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

### Apparatus for determining the fuel injection quantity in mixture compressing internal combustion engines

**Publication number: US4048965**

**Publication date:** 1977-09-20

**Inventor:** BIANCHI VALERIO; LATSCH REINHARD; SCHMIDT PETER

**Applicant:** BOSCH GMBH ROBERT

**Classification:**

- international: **F02D41/14; F02D41/24; F02D41/00; F02D41/14; (IPC1-7): F02D5/00**

- european: F02D41/14D9B: F02D41/14F2: F02D41/24D2D

**Application number:** US19750638267 19751205

**Priority number(s):** DE19742457461 19741205

**Also published as:**

JP51067831 (A)

GB1515903 (A)

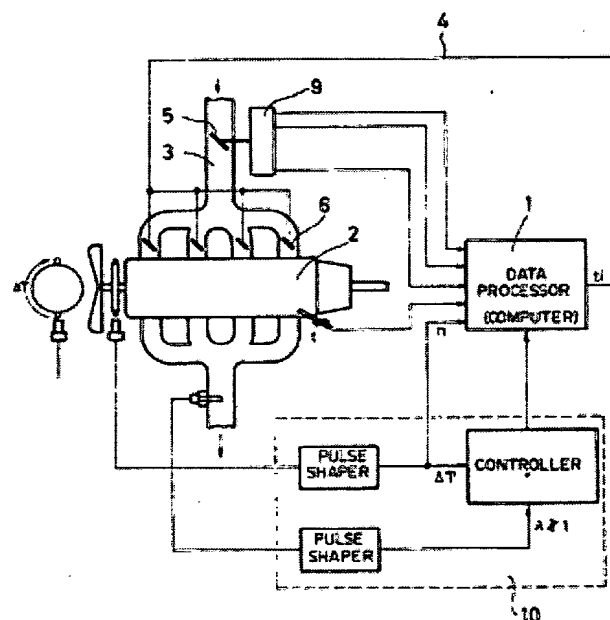
FR2293597 (A)

DE2457461 (A)

**Report a data error here**

## Abstract of US4048965

A fuel metering system of an internal combustion engine is controlled by a digital computer circuit which delivers injection pulses to actuate the fuel injection valve of the engine. The duration of these pulses is directly related to the amount of injected fuel and depends on the inherent characteristics of the engine as well as on the engine r.p.m. and the degree of throttle opening. A set of data points each of which correlates a fuel datum with a pair of numbers related to engine speed and throttle valve opening, respectively, is stored in a digital memory and can be addressed by digital signals from transducers associated with engine speed and throttle valve position. An arithmetic unit then performs an interpolation process by weighted addition of nearest neighbor values of the datum stored in the memory. The final, interpolated datum is counted down at constant or variable frequency and represents an output signal related to the fuel injection period.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Docket # 2008P17900

Applic. # \_\_\_\_\_

Applicant: Augesky

Lerner Greenberg Sterner LLP  
Post Office Box 2480  
Hollywood, FL 33022-2480  
Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**